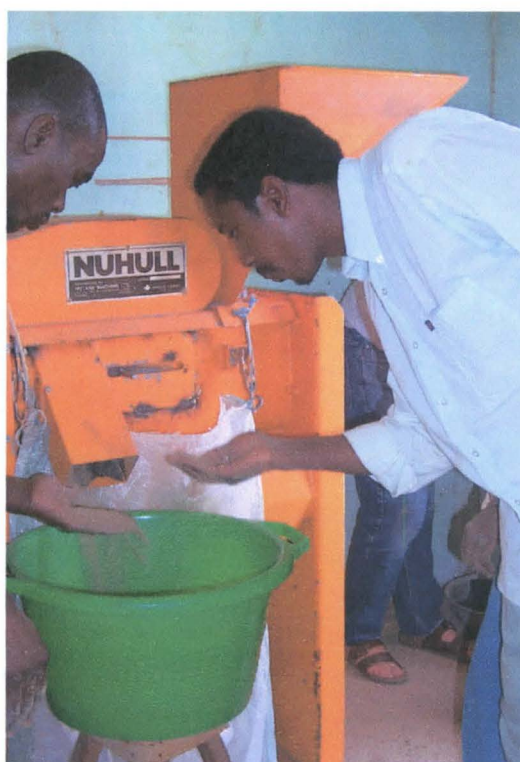




**Projet CFC/IGG - (FIGG/02)**  
**Amélioration des Technologies Post-récolte**  
**du FONIO**  
**CIRAD-IER-IRAG-IRSAT**

**Activité n° 7**  
**ESSAIS DES EQUIPEMENTS DE TRANSFORMATION**  
**AU MALI**



**Rapport intermédiaire**

**CRUZ Jean-François (CIRAD)**  
**DRAME Djibril (IER)**  
**THAUNAY Patrice (CIRAD)**

## SOMMAIRE

	Pages
Remerciements	1
I) Présentation générale	2
II) Les matériels Nuhull et RIIC	2
2.1. Description générale	2
2.2. Fonctionnement	3
2.3. Essais de transformation	4
2.3.1. La matière première.	4
2.3.2. Essais à Nanposséla (machine Nuhull)	4
2.3.3. Essais à Moribila (machine Nuhull)	5
2.3.4. Essais à Ntosso (machine RIIC)	6
III) Les machines type « mini-PRL »	7
3.1. Le Mini PRL de l' IER	8
3.1.1. Description de la machine	8
3.1.2. Essais à l' IER	8
3.2. Le mini PRL de chez M. Hamidou DIALLO	9
3.2.1. Description de la machine	9
3.2.2. Essais du matériel	9
IV) La machine « SANOUSSE »	11
V) Synthèse des résultats	14
Conclusions	14
ANNEXES	



## Remerciements

Les auteurs remercient la Direction Générale de l'IER, Institut partenaire principal au Mali du projet CFC « Amélioration des technologies post-récolte du fonio »

Nous remercions spécialement toutes les personnes qui ont directement participé aux expérimentations de décortiquage du fonio et tout particulièrement

M. TRAORE Moussa – CMDT de KOUTIALA

M. BAH Mohamed – CMDT de SAN

M. TRAORE Seydouba – CMDT de BOUGOUNI

M. TANGARA Kola – Laboratoire de Technologie Alimentaire de l' IER de Sotuba

M. RICO Vincent – CIRAD Bamako

M. AMEGAN Koffy - CIRAD Bamako

Ainsi que les meuniers des installations testées et les personnels des Laboratoires qui ont réalisé les analyses de qualité (à Bamako et à Montpellier).

Nous adressons également nos vifs remerciements aux différents transformateurs, Mme MARIKO de la Société UCODAL, M Hamidou DIALLO, à l'artisan M. Baba COULIBALY et aux responsables de la CMDT : M. DIABATE Jean-Baptiste (DTDR) , M. DIARRA Zan Dossaye (Service Production Végétale), M. TEMBELY Sékou (Service Recherche-Développement) et M. AYA Oumarou (CDDR) à KOUTIALA qui ont autorisé la réalisation des différents essais en zone CMDT.

Nos remerciements vont enfin aux responsables villageois et aux populations des villages de Nanposséla, Ntosso et Moribila pour leur accueil chaleureux



### Les différents sites de tests d'équipements

Les auteurs :

**CRUZ Jean-François (CIRAD) :** Coordonnateur Régional du projet . CIRAD. BP 1813 . Bamako. MALI.  
email : [jean-françois.cruz@cirad.fr](mailto:jean-françois.cruz@cirad.fr)

**DRAME Djibril (IER) :** Coordonnateur National du projet au Mali. IER. BP 258. Bamako MALI  
email : [djibril.drake@ier.ml](mailto:djibril.drake@ier.ml)

**THAUNAY Patrice (CIRAD) :** Equipe GPE, Programme PAA. CIRAD/AMIS. Montpellier FRANCE  
email ; [patrice.thaunay@cirad.fr](mailto:patrice.thaunay@cirad.fr)



## I) Présentation générale

Dans le cadre de l'activité n°7 intitulée « essais-évaluation des équipements actuels » du projet régional CFC/IGG (FIGG/02) « Amélioration des technologies post-récolte du fonio), il a été procédé à des essais de décortiqueurs dans la région de Koutiala et à Bamako. Ces essais ont été réalisés entre le 10 et le 29 avril 2000.

Les essais de matériels de transformation ont concerné :

Dans la région de KOUTIALA :

- 2 machines Nuhull à Nanposséla et à Moribila et
- 1 machine RIIC (à Ntosso).

A Bamako

- 2 mini-PRL dont l'un fonctionnant en batch (IER Sotuba) et l'autre en continu (M. DIALLO)
- 1 « décortiqueur » DIAKITE à la Société UCODAL (Mme MARIKO)

## II) Les matériels Nuhull et RIIC

### 2.1. Description générale

Les machines Nuhull et RIIC sont de conception identique . Le RIIC étant un clone, fabriqué au Botswana, du Nuhull canadien. Les équipements sont constitués d'une série de meules ( $\varnothing$  250), plus ou moins épaisses, (18 meules de 20 mm à Nanposséla et 9 meules de 38 mm à Moribila) montées sur un arbre horizontal et tournant dans une chambre métallique. Les vitesses de rotation de l'arbre sont voisines 2000 tr/mn. Le volume utile de la chambre (sous l'axe du rotor) est d'environ 50l. La machine est équipée d'une trémie (50l) et, sur le côté, d'une porte de sortie des grains décortiqués et/ou blanchis. Une trappe amovible placée en partie inférieure de la chambre permet une vidange intégrale de la machine en fin d'opération.

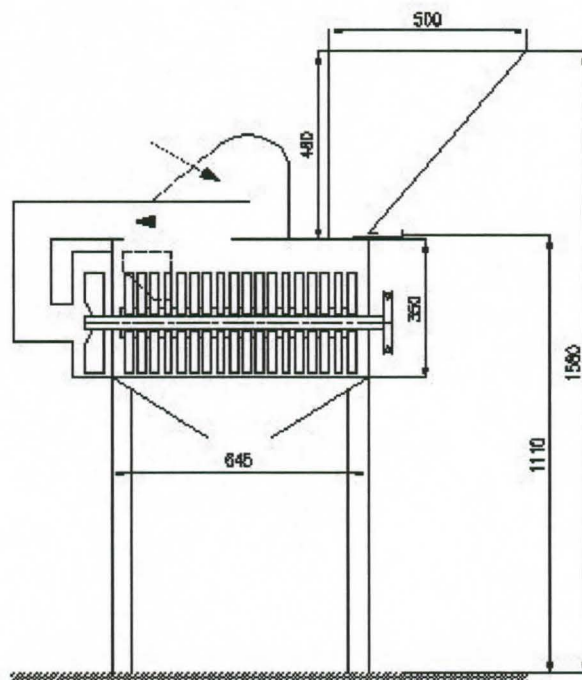


Fig. n° 1: Schéma du décortiqueur Nuhull





Un ventilateur monté en bout d'arbre des meules, assure l'aspiration des sous-produits (balles et sons) qui sont ensuite récupérés au niveau d'un cyclone.

Les machines sont entraînées par système poulies-courroies reliées directement à une cellule motrice (moteur thermique diesel 3 cylindres de 18,5 kW ou moteur électrique alimenté par une génératrice accouplée à un moteur thermique comme à Moribila)

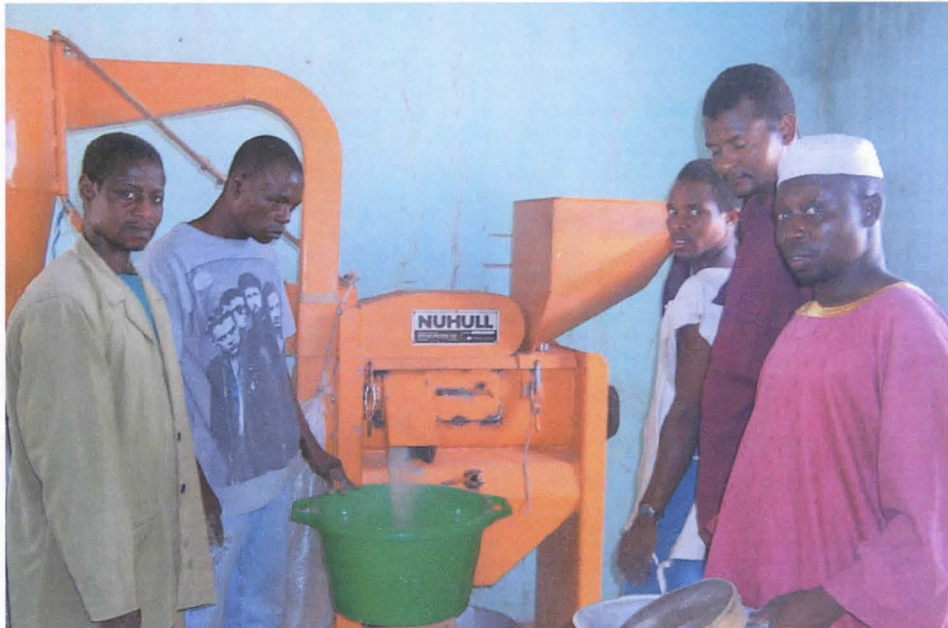


Fig. n° 2 : Essai du décortiqueur Nuhull à Nanposséla

## 2.2. Fonctionnement

Ces matériels, prévus à l'origine pour le décortilage des mils, sorghos et maïs, mettent en œuvre le principe de décortilage par abrasion. Ils fonctionnent normalement en continu mais ont souvent été utilisés en semi-continu au cours des essais sur le fonio. Remplissage de la chambre et fonctionnement en « batch » (porte de sortie des grains fermée) pendant 3 à 5 mn puis ouverture de la trappe de sortie. Pour obtenir une qualité de travail particulière et maintenir un flux de grains continu, le meunier intervient constamment sur les trappes entrée et sortie des grains en restant très attentif aux bruits produits par la machine comme indicateurs de bon fonctionnement.



Fig. n° 3 : Vue de la chambre de décortilage avec les meules (Moribila)



## 2.3. Essais de transformation

### 2.3.1. La matière première.

Les essais de décortiquage effectués à Nanposséla, Moribila et Ntosso ont été réalisés avec du fonio paddy provenant de l'arrondissement de Kimparana (entre Koutiala et San). Ce fonio brut a préalablement été nettoyé par tamisage (tamis **bassi témé** de 2 mm d'ouverture de maille pour enlever les grosses particules étrangères telles que les pailles, tiges, cailloux, autres grains... et le tamis **mougou témé** de 1 mm d'ouverture de maille pour enlever la terre, les sables fins, la poussière et les petits grains peu remplis ou immatures). Les proportions obtenues ont été : Grains propres 93 % ; sable et impuretés fines 5,4% ; grosses impuretés : 0,6%.



Fig. n° 4 : Fonio paddy de Kimparana

L'observation d'un échantillon à la binoculaire montre cependant que toutes les matières étrangères ne sont pas éliminées par un simple tamisage. Le poids spécifique du fonio paddy est de 630 kg/m<sup>3</sup> et son humidité, mesurée à l'étuve, est de : 8,7% wb

### 2.3.2. Essais à Nanposséla (machine Nuhull)

Les essais à Nanposséla, réalisés le 13 avril 2000 de 9h à 12 h, ont porté sur 100 kg de fonio paddy. Il a été nécessaire de procéder à 3 passages successifs séparés par des opérations de vannage pour essayer d'obtenir un produit ayant un blanchiment suffisant (bien qu'encore imparfait) et surtout un faible taux de grains paddy résiduels. Des échantillons ont été prélevés à l'issue de chaque passage, avant et après vannage, pour être analysés conjointement par le Laboratoire de Technologie Alimentaire de l'IER à Bamako et le Laboratoire de Technologie des Céréales du CIRAD à Montpellier.

Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

Décortiquage	1er passage		2 <sup>ème</sup> passage		3 <sup>ème</sup> passage	
Entrée produit (kg)	100		75		58	
Temps usinage	17mn30s		21mn30s		28mn	
	Poids avant vannage	Poids après vannage	Poids avant vannage	Poids après vannage	Poids avant vannage	Poids après vannage
Sortie grains (kg)	81,4	72,0	47,6	42,1	41,5	35,6
Récupération sous machine (kg)	5,9	4,5	11,3	9,8	4,3	2,7
Sortie sons (kg)	10,9	4,8	10,5	7,4	7,8	4
Echantillons (kg)	1	1,5	1	1,3	1	1,5

Tableau n° 1 : Résultats d'essais de la machine Nuhull de Nanposséla



Analyse des données

Lors du premier passage, un total de 76,5 kg de grains a été récupéré après vannage. En considérant qu'un échantillon de 1 kg a été prélevé au cours du décortiquage, le rendement global obtenu après le 1<sup>er</sup> passage est de :  $77,5/100 = 77,5\%$

Un échantillon de 1,5 kg a été prélevé avant le 2<sup>ème</sup> passage, il ne reste donc plus que 75 kg de grains. Après le 2<sup>ème</sup> passage et vannage, 42,1 kg de grain ont été récupérés en sortie, 9,8 kg sous la machine et 1 kg d'échantillons a été prélevé . Le rendement global du 2<sup>ème</sup> passage est de :  $52,9/75 = 70,5\%$ .

Pour le 3<sup>ème</sup> passage, 58 kg ont été versé dans la trémie. Après transformation et vannage, on a obtenu un total de 38,3 kg de grains. En considérant qu'un échantillon de 1 kg a été prélevé au cours du décortiquage, le rendement global du 3<sup>ème</sup> passage est de :  $39,3/58 = 67,8\%$

Le rendement global de l'opération après 3 passages n'est donc que de 37% ; Ce qui apparaît à l'évidence nettement insuffisant. Si l'on effectue que deux passages, le rendement est meilleur (54,6%) mais la qualité du grain blanchi obtenu n'est pas satisfaisante comme le montre les illustrations ci-dessous des échantillons prélevés à l'issue de chaque passage.



Fig. n° 5 : Echantillons de fonio décortiqués après chaque passage en machine (Nanposséla)

Les débits instantanés observés sont respectivement de 343 kg/h pour le premier passage, 209 kg/h pour le deuxième kg/h et 124 kg/h pour le troisième. Mais si l'on tient compte des temps de manutention et surtout de vannage, il aura finalement fallu près de 3 heures pour transformer 100 kg de paddy soit un débit global de l'opération qui n'est plus que de 33 kg/h.

2.3.3. Essais à Moribila (machine Nuhull)

Les essais à Moribila, réalisés le 14 avril 2000 de 10h30 à 14 h, ont porté également sur 100 kg de fonio paddy de Kimparana. Pour différer des conditions de Nanpossela, il n'a été procédé qu'à 2 passages successifs séparés par une opération de vannage. Le produit obtenu à l'issue du blanchiment présentait une assez forte hétérogénéité de traitement (présence de grains paddy). Des échantillons ont été prélevés à l'issue de chaque passage, avant et après vannage, pour être analysés à Bamako et à Montpellier.

Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

Décortiquage	1er passage		2 <sup>ème</sup> passage	
Entrée produit (kg)	100		70	
Temps usinage	1h10mn		35mn30s	
	Poids avant vannage	Poids après vannage	Poids avant vannage	Poids après vannage
Sortie grains (kg)	75	67,2	48,8	47
Récupération sous machine (kg)	7,1	4,6	4,7	3
Sortie sons (kg)	15,5	-	9,5	4,4
Echantillons (kg)	1	1	1,3	1,5

Tableau n° 2 : Résultats d'essais de la machine Nuhull de Moribila

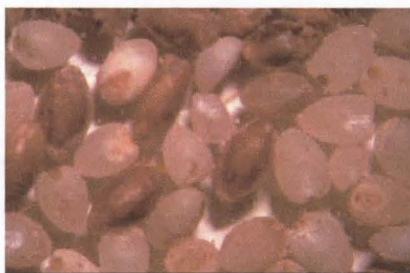


## Analyse des données :

Lors du premier passage, l'on a obtenu après vannage un total de: 71,8 kg de grains. En considérant qu'un échantillon de 1 kg a été prélevé au cours du décortiquage, le rendement global obtenu après le 1<sup>er</sup> passage est de :  $72,8/100 = 72,8\%$

Un échantillon de 1 kg ayant été prélevé avant le 2<sup>ème</sup> passage, il ne reste donc plus que 70,8 kg de grains. Après le 2<sup>ème</sup> passage et vannage, 47 kg de grain ont été récupérés en sortie, 3 kg sous la machine et 1,3 kg d'échantillons a été prélevé . Le rendement global du 2<sup>ème</sup> passage est de :  $51,3/70,8 = 72,5\%$ .

Le rendement global de l'opération après 2 passages est finalement de 52,8%.



1<sup>er</sup> passage



2<sup>ème</sup> passage

**Fig. n° 6 : Echantillons de fonio décortiqués après chaque passage en machine (Moribila)**

L'observation des échantillons prélevés montre bien qu'à l'issue du second passage il reste encore de nombreux grains paddy dans le produit sortant de la machine et qu'un 3<sup>ème</sup> passage serait sans doute nécessaire à l'instar de ce qui fut pratiqué à Nanpossela. Mais on peut considérer que le rendement d'usinage diminuera dans les mêmes proportions

Les débits instantanés observés sont respectivement de 85 kg/h pour le premier passage et de 118 kg/h pour le deuxième passage. Si l'on tient compte des temps de manutention et de vannage, le débit global de l'opération n'est, en définitive, que de 40 kg/h car il a fallu environ 2h30 pour transformer 100 kg de paddy.

### 2.3.4. Essais à Ntosso (machine RIIC)

Les essais à Ntosso, réalisés le 13 avril 2000 après midi, ont porté sur 30 kg de fonio paddy de Kimparana. La machine RIIC était équipée de meules neuves.

Il n'a été procédé qu'à 2 passages successifs séparés par une opération de vannage. Le produit obtenu à l'issue du blanchiment présentait une assez forte hétérogénéité de traitement (présence de grains paddy). Des échantillons ont été prélevés au cours du 2<sup>ème</sup> passage, avant et après vannage, pour être analysés à Bamako et à Montpellier.

Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

<b>Décortiquage</b>	<b>1er passage</b>		<b>2<sup>ème</sup> passage</b>	
Entrée produit (kg)	30 kg		20,7 kg	
Temps usinage	-		7mn15s	
	Poids avant vannage	Poids après vannage	Poids avant vannage	Poids après vannage
Sortie grains (kg)	6,6	6,5	7,7	7,4
Sortie sons (kg)	22,6	14,2	11,4	9
Echantillons (kg)	-	-	1	1

**Tableau n° 3 : Résultats d'essais de la machine RIIC de Ntosso**

### Analyse des données :

Lors du premier passage, l'on a obtenu après vannage un total de: 20,7 kg de grains. Le rendement global obtenu après le 1<sup>er</sup> passage est de :  $20,7/30 = 69\%$

Après le 2<sup>eme</sup> passage et vannage, 16,4 kg de grain ont été récupérés. En considérant qu'un échantillon de 1 kg a été prélevé au cours du décortiquage, le rendement global du 2<sup>ème</sup> passage est de :  $17,4/20,7 = 84\%$ .

Le rendement global de l'opération après 2 passages est finalement de 58%.

Le débit instantané observé au cours du 2<sup>ème</sup> passage a été d'environ 170 kg/h.

Pour le rendement global, le résultat qui paraît meilleur que les précédents doit cependant être considéré avec prudence car :

- la trop forte aspiration du ventilateur (réglé pour le traitement du maïs) a fait que l'essentiel du produit transformé a été évacué avec les sons.
- la présence de grain non décortiqués dans le produit obtenu (voir illustration ci-dessous) aurait nécessité un 3<sup>ème</sup> passage.



2<sup>ème</sup> passage

Fig. n°7 : Echantillons de fonio après le 2<sup>ème</sup> passage en machine (Ntosso)

### III) Les machines type « mini-PRL »

Les machines type « mini-PRL » sont des versions de taille réduite fonctionnant sur le même principe que les précédentes. Deux machines de ce type ont été testées. L'une fonctionnant « en batch » au Laboratoire de Technologie alimentaire de l' IER de Sotuba et l'autre fonctionnant en continu chez M. DIALLO à Bamako (quartier de Magnabougou). Ce dernier matériel a été fabriqué par M. Baba COULIBALY, artisan mécanicien à Bamako.

Les mini PRL sont constitués d'une série de disques de meuleuse  $\varnothing 230$ , épaisseur 6 montés sur un arbre horizontal tournant dans une chambre métallique. Les vitesses de rotation de l'arbre sont voisines 2000 tr/mn. Le volume de la chambre est d'environ 20 litres.

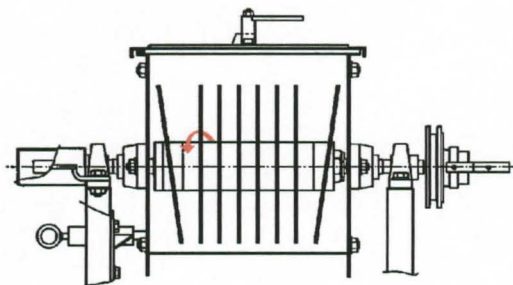


Fig. n°8: Schéma de principe du décortiqueur min-PRL



### 3.1. Le Mini PRL de l' IER

#### 3.1.1. Description de la machine

Le matériel dont dispose l' IER dans son laboratoire est un des premiers modèles de mini-PRL fonctionnant en discontinu (ou « batch »). Ce matériel est habituellement utilisé pour le décortiquage du mil, du sorgho ou du maïs. La chambre de décortiquage est simplement surmontée d'une trémie d'alimentation et la vidange de la machine s'effectue à l'arrêt par basculement de la chambre de décortiquage. Le système abrasif est constitué de 10 disques. La machine est entraînée par un moteur diesel monocylindre (Hatz) fonctionnant à 2000 tr/mn.

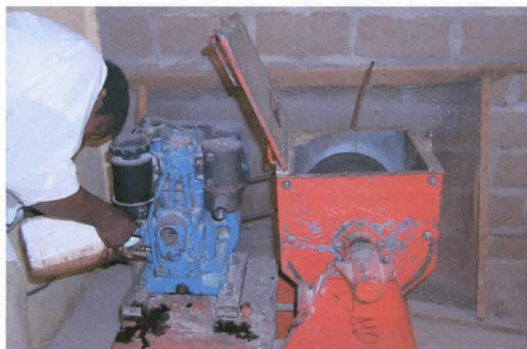


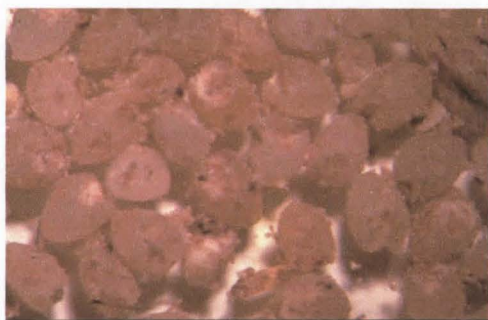
Fig. n°9: le décortiqueur mini-PRL au Laboratoire de l' IER

#### 3.1.2. Essais à l' IER

Les 2 essais effectués à l' IER ont uniquement été des essais de blanchiment. L'objectif était simplement de mesurer le temps nécessaire pour réaliser le blanchiment des grains en fonction de la taille du lot (5 kg et 2,5 kg). La matière première utilisée était du fonio décortiqué manuellement par les groupes de femmes qui vendent du fonio sur le bord du Fleuve Niger à Bamako.

Le temps de blanchiment a été de 10 mn avec prélèvement d'échantillons toutes les 2 mn. L'observation des échantillons prélevés tend à montrer que l'on obtient un blanchiment satisfaisant pour une durée de blanchiment de 6 à 8 mn (débit < 50 kg/h). Ces résultats partiels restent à confirmer.

Enfin un troisième essai a porté sur le décortiquage de 2,5 kg de fonio paddy. Les résultats ont été particulièrement décevants puisque après plus de 14 mn d'usinage (débit 10 kg/h), le produit traité était très hétérogène avec une proportion importante de grains non décortiqués



Essai Blanchiment (8 mn)



Essai Décortiquage (14 mn)

Fig. n° 10 : Echantillons prélevés lors des essais du mini-PRL à l' IER

En première analyse, on peut considérer que la machine réalise un travail très peu satisfaisant à des débits très faibles. Un des principaux défauts reste également son fonctionnement en discontinu ("par batch") qui ne permet pas de vérifier la qualité du décortiquage au cours de l'opération.



### 3.2. Le mini PRL de chez M. Hamidou DIALLO

#### 3.2.1. Description de la machine

Le mini-PRL dont dispose M. Hamidou DIALLO a été entièrement réalisé, il y a deux ans, par Baba Coulibaly, artisan à Bamako. La machine est constituée d'une chambre d'usinage d'une vingtaine de litre de capacité ( $L = 36,5 \text{ cm}$  ;  $\varnothing 24,5 \text{ cm}$ ) dans laquelle tourne à 2900 tr/mn un système abrasif composé de 11 disques à meuler d'un diamètre de 230mm et d'une largeur de 6.8mm (référence 230x7x22.2 type DSA 1685 A24S).

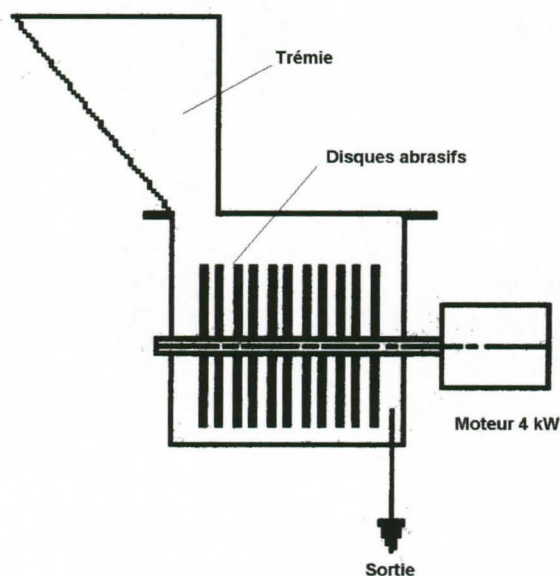


Schéma du décortiqueur



Test de blanchiment de fonio

**Fig. n° 11: le décortiqueur mini-PRL chez M. DIALLO**

Le décortiqueur fonctionne en continu ; le meunier réglant les trappes d'entrée et de sortie de grains en fonction de la qualité du travail réalisé. En début de transformation, le produit est toujours laissé quelques temps dans la machine (30s pour du grain décortiqué et près de 2 mn pour du paddy) avant ouverture de la trappe de sortie.

L'entraînement en rotation se fait par un moteur électrique de 4 kW

#### 3.2.2. Essais du matériel

Les essais du mini-PRL de M. DIALLO ont été réalisés le 29 avril 2000 au matin. Ils ont d'abord porté sur 2 essais de blanchiment car c'est essentiellement pour cette opération que la machine est utilisée ; Les transformateurs de Bamako ayant l'habitude de s'approvisionner en matière première déjà décortiquée. Enfin pour étudier l'éventuelle aptitude de la machine au décortilage blanchiment, 1 essai a été réalisé à partir de fonio paddy.

Essais de blanchiment :

Les 2 essais de blanchiment ont porté sur une trentaine de kg de fonio décortiqué manuellement . Il n'a été procédé qu'à 1 seul passage. Des échantillons ont été prélevés au cours du blanchiment, avant et après vannage, pour être analysés à Bamako et à Montpellier.



Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

<b>Blanchiment</b>	<b>1er essai</b>	<b>2<sup>ème</sup> essai</b>
Entrée produit (kg)	29,7 kg	29,7 kg
Temps « batch »	30s-	30s
Temps blanchiment	5 mn	6mn 15s
Sortie grains (kg)	27,7 kg	28,8 kg
Rendement (%)	93,3 %	97 %
Débit (kg/h)	356 kg/h	285 kg/h

Tableau n° 4 : Résultats d'essais de blanchiment au mini-PRL (DIALLO)

Au cours du blanchiment, la température du produit est passé de 37°C à plus de 50 °C.

Analyse rapide des données :

On obtient un rendement de blanchiment moyen voisin de 95%. Cela montre qu'en fait la machine travaille très peu le produit et qu'elle n'effectue qu'une finition de blanchiment à un fort débit. La matière première décortiquée manuellement étant déjà quelque peu blanchie.

Essais de décortilage :

Un essai de décortilage a été réalisé avec du fonio paddy nettoyé provenant de l'arrondissement de Kimparana. Il a porté sur 16,150 kg et a été effectué avec pour objectif l'obtention d'un blanchiment en apparence suffisant. L'opération a ainsi nécessité trois passages successifs séparés par des opérations de vannage

Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

<b>Décortilage /blanchiment</b>	<b>1<sup>er</sup> passage</b>	<b>2<sup>ème</sup> passage</b>	<b>3<sup>ème</sup> passage</b>
Entrée produit (kg)	16,15 kg	13,45 kg	10,85 kg
Temps usinage	15mn	6mn30s	5mn30s
	Poids après vannage	Poids après vannage	Poids après vannage
Sortie grains vannés	13,65 kg	11,35 kg	8,35 kg
Echantillons (kg)	0,5	0,4	0,75
Débit instantané	64,6 kg/h	124 kg/h	118 kg/h

Tableau n° 5 : Résultats d'essais de décortilage au mini-PRL (DIALLO)

Analyse des données

Lors du premier passage, un total de 13,65 kg de grains a été récupéré après vannage. En considérant qu'un échantillon de 0,5 kg a été prélevé au cours du décortilage, le rendement global obtenu après le 1<sup>er</sup> passage est de :  $13,65/15,65 = 87,2\%$

Un échantillon de 0,2 kg a été prélevé avant le 2<sup>ème</sup> passage, il ne reste donc plus que 13,45 kg de grains. Après le 2<sup>ème</sup> passage et vannage, 11,35 kg de grain ont été récupérés en sortie et 0,4 kg d'échantillons a été prélevé . Le rendement global du 2<sup>ème</sup> passage est de :  $11,35/13,05 = 87\%$ .

Pour le 3<sup>ème</sup> passage, 10,85 kg ont été versés dans la trémie. Après transformation et vannage, on a obtenu un total de 8,35 kg de grains. En considérant qu'un échantillon de 0,75 kg a été prélevé au cours du décortilage, le rendement global du 3<sup>ème</sup> passage est de :  $8,35/10,10 = 82,7\%$

Le rendement global de l'opération après 3 passages est donc de 62,7% ; Ce qui apparaît nettement supérieur à ce qui a été obtenu avec les décortiqueurs Nuhull ou RIIC. Cependant, à



l'issue du 3<sup>ème</sup> passage, la qualité du grain blanchi obtenu n'est pas encore totalement satisfaisante (présence de paddy) comme le montre les illustrations ci-dessous des échantillons prélevés au cours de chaque passage.



Fig. n° 12 :Echantillons de fonio décortiqués après chaque passage (Mini-PRL -DIALLO)

Au cours de chaque essai, la température du produit augmente de 37°C à plus de 60 °C ce qui prouve que la chambre de décortication doit être le siège de phénomènes de frottement importants.

A l'issue des essais, on peut considérer qu'à l'instar des autres machines de type abrasif, le min-PRL, peut davantage jouer le rôle de blanchisseur que de décortiqueur.

#### IV) La machine « SANOUSI »

La machine « SANOUSI », du nom de son inventeur Sénégalais (Sanoussi Diakité), équipe depuis quelques années l'atelier de la Société UCODAL (Mme MARIKO) situé en zone industrielle de Bamako.

D'après les schémas issus de la documentation, la machine est constituée d'une chambre métallique tronconique dans laquelle tournent deux palettes « abrasives ». Le fond de la chambre est incliné pour permettre la vidange. Il est recouvert d'une surface granuleuse permettant l'élimination des couches périphériques du grain. L'axe vertical portant les palettes tourne à une vitesse voisine de 1300 tr/mn. Il est relié par un système poulies courroie à un moteur électrique de 1,5 kW (1500 tr/mn).

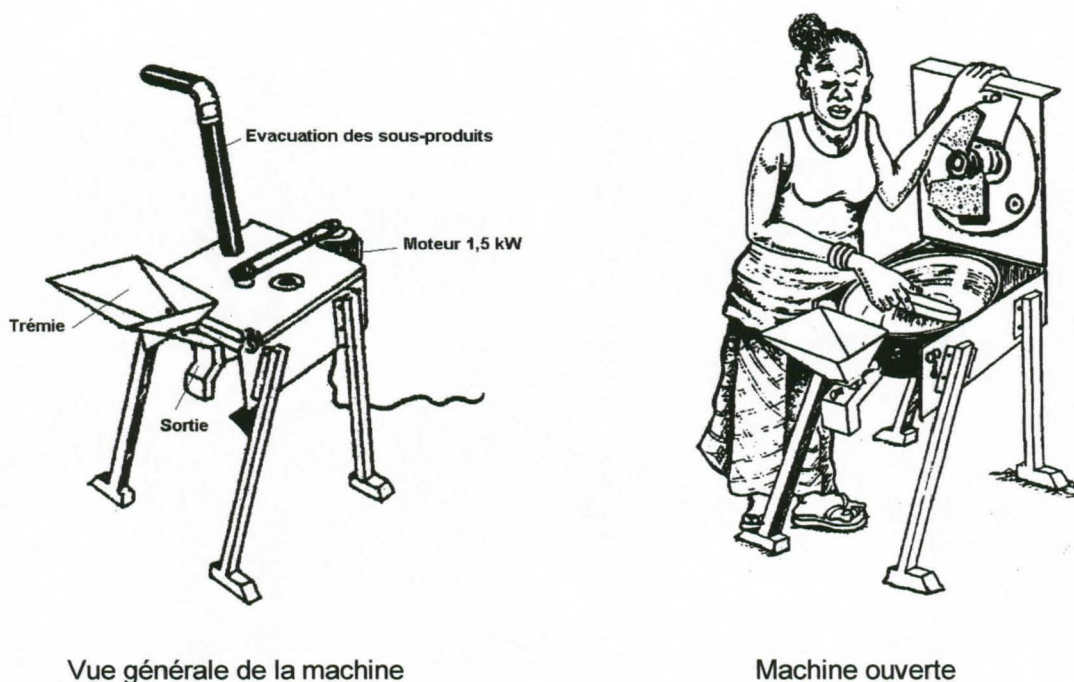


Fig. n°13: le décortiqueur « SANOUSI » (d'après Doc)



### Essais de blanchiment

Les deux premiers essais ont été des essais de blanchiment puisque la Société UCODAL a pour habitude de travailler ainsi sur des grains déjà décortiqués avant de réaliser l'étuvage et le conditionnement du fonio précuit.

Le décortiqueur fonctionne en discontinu. Le meunier de chez UCODAL considère que la charge maximale ne doit pas dépasser 2,5 kg à 3 kg pour que la transformation soit optimale. Après ouverture de la trappe d'alimentation le produit est travaillé dans la chambre durant environ 3 mn. La trappe de vidange est alors ouverte pour permettre l'évacuation du produit pendant 10 à 15 s.

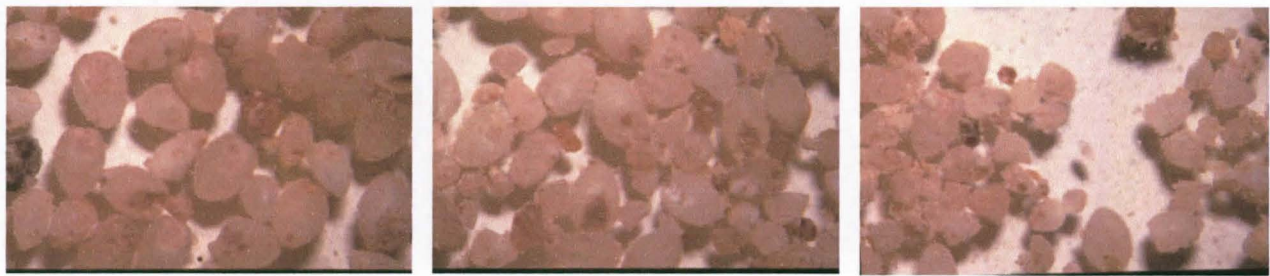
Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

Blanchiment	1er essai	2 <sup>ème</sup> essai
Entrée produit (kg)	2,8 kg	2,9 kg
Temps « batch »	3 mn-	2mn50s
Temps vidange	15 s	10s
Sortie grains (kg)	2,6	2,65
Grains sous machine	100 g	120 g
Rdt blanchiment (%)	92,9 %	91,4 %
Débit instantané	51,7 kg/h	58 kg/h

Tableau n° 6 : Résultats d'essais de blanchiment au décortiqueur « Sanoussi »

Au cours du blanchiment, la température du produit a augmenté de 35°C à 45 °C.

Des échantillons ont été prélevés en cours d'essais



Matière première utilisée

Grains blanchis

Pertes sous machine

**Fig. n°14 : Echantillons de grains prélevés lors des essais de blanchiment (« Sanoussi »/UCODAL)**

### Analyse rapide des données :

Le rendement de blanchiment moyen obtenu est voisin de 92% pour un débit instantané atteignant 50 kg/h à 60 kg/h. Les grains sortant de la machine semblent davantage brisés qu'avec les autres matériels.

Les analyses des échantillons renforcent cette observation car elles ont donné un taux de brisures proche de 17 % alors que dans les autres cas, ce taux varie de 6% à 12%<sup>1</sup>. Ces valeurs devraient être confirmées par d'autres essais.

Les pertes en grains sous la machine (brisures sortant des grilles de la chambre) représentent environ 4%.

<sup>1</sup> Passage au tamis de 600µ





Le décortiqueur « Sanoussi »



Vannage du fonio décortiqué

**Fig. n°15 : Essais du décortiqueur « Sanoussi » chez UCODAL (Bamako)**

Essais de décortilage :

La machine étant qualifiée de « décortiqueur », trois essais de décortilage ont été réalisés avec du fonio paddy nettoyé. Chaque essai a porté sur 2,5 kg de paddy (charge maximale recommandée par le meunier) et le seul facteur qui évolue est le temps de séjour du produit dans la machine.

Résultats d'essais : les principaux relevés effectués sont donnés dans le tableau suivant

Décortilage	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai
Entrée produit (kg)	2,5 kg	2,5 kg	2,5 kg
Temps décortilage	3mn50s	5mn50s	7mn
	Poids après vannage	Poids après vannage	Poids après vannage
Sortie grains vannés	1,85 kg	1,644 kg	1,535 kg
Rendement (%)	74 %	65,8%	61,4%
Débit instantané	39,1 kg/h	25,7 kg/h	21,4 kg/h

**Tableau n° 7 : Résultats d'essais de décortilage au décortiqueur « Sanoussi »**

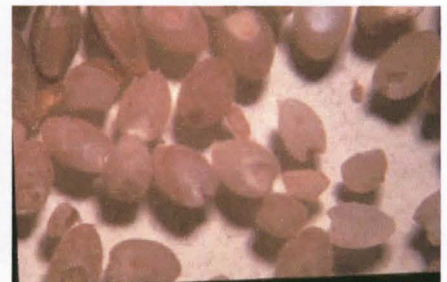
Des échantillons ont été prélevés pour chacun des essais



Décortilage après 3mn50s



décortilage après 5mn50s



décortilage après 7 mn

**Fig. n°16 : Echantillons prélevés lors des essais de décortilage (« Sanoussi » -UCODAL)**



L'observation du premier échantillon montre la présence de nombreux grains paddy prouvant ainsi qu'un temps de séjour de 3mn50s reste insuffisant pour décortiquer correctement les grains. Le 3<sup>ème</sup> échantillon permet de noter un début de blanchiment. Il révèle cependant une assez forte hétérogénéité de traitement avec la présence simultanée de grains paddy, de grains cargo et de brisures de grains blanchis. Un temps de séjour supérieur serait nécessaire pour améliorer le taux de décortilage mais le débit propre de la machine tomberait alors à une valeur inférieure à 20 kg/h.

### V) Synthèse des résultats

Les principaux résultats des essais sont donnés dans les tableaux synthétiques suivants :

Machine	Nuhull 1 (Nanpossila)	Nuhull 2 (Moribila)	RIIC (N'tosso)	Mini PRL 1 (IER)	Mini-PRL 2 (M. Diallo)	Sanoussi (UCODAL)
Nb passages	3	2	2	1	3	1
Lot (kg)	100	100	30	2,5	16	2,5
Débit (kg/h)	124 à 340	85 à 118	170	10	65 à 125	20
Débit opération)	33 kg/h	40 kg/h	30 kg/h	<10 kg/h	32 kg/h	<20 kg/h
Rendement	37 % (54,6 - 2 <sup>ème</sup> )	52,8 %	58 %	-	62,7 %	61,4 %
Présence de paddy	++ (1,1%)	++ (4,3%)	++ (7%)	+++	++ (8 %)	+++ (50%)

Tableau n° 8 : Résultats comparés des essais de décortilage/blanchiment

Machine	Mini-PRL 2 (DIALLO)	Sanoussi (UCODAL)	Matière Première (7%wb)
Nb passage	1	1	-
Lot	30 kg	3 kg	-
Débit instantané	250 à 350 kg/h	50 à 60 kg/h	-
Rendement	93% à 97%	91% à 93%	-
Taux de cendres	0,4 à 0,55 %	0,46 %	0,65 à 0,95%
Taux de lipides	0,6 %	0,6 %	0,75 à 1,35 %
Taux brisures	10 %	17 %	6,5 %

Tableau n° 9 : Résultats comparés des essais de blanchiment

Les essais réalisés montrent que toutes les machines testées semblent être davantage adaptées à l'opération de blanchiment du fonio qu'à l'opération de décortilage. Les deux machines qui apparaissent les plus performantes sont, sans conteste, le mini-PRL de chez M. DIALLO et le « Sanoussi » de chez UCODAL.

### Conclusions

Concernant les machines à abrasion, les matériels Nuhull et RIIC donnant globalement des rendements voisins de 50% à 55 % sont nettement moins performants et plus gros consommateurs d'énergie (moteur 18,5 kW) que le mini-PRL de chez DIALLO (4 kW) qui, en trois passages, donne un rendement supérieur à 60% avec un débit comparable. Le mini-PRL (IER) fonctionnant par batch est moins adapté.

Afin d'améliorer la qualité de la transformation, le Mini-PRL « Diallo » devrait être équipé d'un système de nettoyage dont l'absence actuelle constitue le défaut majeur de cet équipement.

La machine « Sanoussi », qui fonctionne sur un principe différent, demanderait à être perfectionnée pour pouvoir fonctionner en décortiqueur. Les points d'amélioration devraient porter sur la recherche d'une meilleur homogénéité du travail réalisé et sur l'accroissement du débit propre à la machine.



# **ANNEXES**

Annexe n°1 : Protocole d'essai d'un décortiqueur/blanchisseur

Annexe n°2 : Analyses technologiques

Annexe n°3 : Description des décortiqueurs testés au Mali



## **Annexe n° 1**

**Protocole d'essai d'un décortiqueur/blanchisseur**



## PROTOCOLE D'ESSAI DE DECORTIQUEUR ET BLANCHISSEUR

### 1. Présentation de la machine<sup>1</sup>

#### i). Description générale

- Type de matériel, marque ou origine
- Polyvalence (grains susceptibles d'être décortiqués),
- Caractéristiques de construction, dimensions, poids
- Débit annoncé
- Entraînement (source d'énergie et puissance nécessaire)
- ...

#### ii). Particularités

##### *Description du dispositif de décortication*

- principe de décortication (blanchiment) utilisé
- chambre de décortication (blanchiment)
- rotor
- stator, grille (forme, taille des perforations,...)
- etc..

##### *Description du dispositif de nettoyage (lorsqu'il existe)*

##### *type*

aspiration des sous produits (balles, sons

récupération des sous-produits(balles, sons

##### *Autres particularités*

### 2 Caractérisation de la matière première

#### i). - Type de grain - variété

#### ii) - Propreté des grains

Vérification visuelle la propreté du grain. Au cas où le lot apparaît manifestement sale (présence de matières étrangères: pailles, petites pierres, etc..), il sera nécessaire de procéder à un nettoyage. Le taux d'impureté sera apprécié par différence de pesée entre le lot «tout venant» et le lot nettoyé.

#### iii) - Humidité des grains

Prélever un échantillon par lot. La mesure de l'humidité pourra être réalisée à l'étuve (130°C pendant 2h par ex)

#### iv) - Température des grains

Mesure de la température des grains faite à l'aide d'une sonde thermométrique ou d'un simple thermomètre à bulbe

#### v) - autres

par ex. Vitrosité des grains, dureté des grains, teneur en cendres, teneur en lipides

*Nota : des échantillons de matière première doivent être prélevés pour analyse ultérieure en laboratoire.*

<sup>1</sup> Lorsque différents essais sont réalisés sur une même machine, on ne rédige qu'un seul descriptif de l'équipement en l'illustrant, autant que possible, de schémas et/ou de photos

### 3. Préparation de l'essai

L'essai devra s'effectuer dans un endroit permettant une circulation et une manipulation aisées autour de la machine ou de l'installation.

#### i)- Approvisionnement suffisant

A proximité de la machine, on doit préalablement constituer une réserve suffisante de grains pour que les tests puissent se dérouler sans interruption inopportune. Selon la disponibilité en grains, les premiers essais peuvent être réalisés avec quelques kg (5 à 15 kg) de grains d'une même variété.

#### ii) - Vérification de l'état de la machine

Vérifier, à vide, le réglage et l'état de fonctionnement de la machine

- sens de rotation
- vitesse de rotation (elle peut être mesurée sur l'arbre):

-

#### iii) Matériel nécessaire à la réalisation des essais

sur le site

- Balance pour pesée des lots
- Chronomètres (ou montres)
- Compte-tours
- Sonde thermométrique ou thermomètre
- Sachets pour échantillons
- Récipients (bassines ou seaux) pour la récupération du grain décortiqué et du son et pour la mesure du débit instantané.
- Calculatrice
- Fiches d'essai
- Divers (humidimètre portatif,...)

(en labo pour analyse des échantillons et selon les produits)

- Etuve
- Balance de précision
- Four (taux de cendres)
- Tecator Soxtec (teneur en lipides)
- Tamis
- Broyeurs spécifiques
- etc..

### 4. Réalisation des essais.

#### i) Essais préliminaires

C'est une phase de «prise en main» de la machine. Au cours de petits tests successifs, on va tout d'abord chercher à apprécier l'influence des différents réglages sur le décortilage ou le blanchiment. On notera le ou les réglages qui permettent d'obtenir ce qui semble être (visuellement) l'optimum. (Pour cela, s'entourer de personnes-ressource capable d'apprécier cet optimum !).



## ii) Essai de fonctionnement

Pour chaque variété de produit on pourra procéder de la même manière. Toutes les informations seront consignées sur une fiche d'essai.

- Pesée du lot de grains propres.
- Remplissage de la trémie d'alimentation
- Mise en route la machine
- Déclencher le chronomètre dès l'ouverture de la trappe d'alimentation

### **Pour les machines fonctionnant en continu :**

- Laisser fermée la trappe du sortie de la machine durant le temps nécessaire au remplissage de la chambre de décortiquage puis ouvrir la trappe de sortie au niveau repéré durant les tests préliminaires
- Alimenter la machine en continu de façon suffisante mais sans bourrage
- La «tête» de l'essai (premiers grains sortant de la machine) doit être récupérée à l'aide d'une bassine et recyclée. Elle est, en effet, généralement mal décortiquée car la machine n'est pas totalement en charge.
- Dès que le niveau de décortiquage est satisfaisant, on récupère le grain dans des bassines prévues à cet effet
- De temps en temps, on mesurera la température et **on prélèvera un échantillon de grains transformés (de 100g à 200g)** que l'on conditionnera en petits sachets ou boîtes à échantillons. Ces échantillons seront alors analysés en laboratoire (taux de décortiquage, qualité et/ou degré de blanchiment). On prendra au moins 2 échantillons pour des petits lots. **Le prélèvement doit être réalisé en sortie, à la chute du grain, et non pas dans le récipient.**
- Arrêter le chronomètre dès que la trémie est vide.
- Arrêter la machine après qu'elle se soit totalement vidée
- Peser les produits obtenus : grains décortiqués ou blanchis et sous produits(balles,sons...)

### **Pour les machines fonctionnant en discontinu (ou batch):**

- Laisser fonctionner la machine durant un temps préalablement défini lors des essais préliminaires.
- Ouvrir la trappe de sortie des grains (ou mélange grains + sous produits).
- Mesurer la température du produit transformé
- Prendre des échantillons avant nettoyage.
- Réaliser le nettoyage (si nettoyeur sinon faire faire un nettoyage manuel)
- Prendre des échantillons de grains nettoyés et des sous-produits
- Arrêter le chronomètre dès que l'opération est terminée.
- Peser les différents produits obtenus

Tous les calculs (débit, rendement transformation,...) seront faits à partir d'une fiche

### **Nota : Consommation:**

*Dans le cas d'un moteur électrique, on mesure la consommation à l'aide de relevé au compteur électrique. Dans le cas d'un moteur thermique, on mesure la quantité de carburant consommé. (Faire le plein du réservoir en début d'essai et refaire le plein en fin d'essai).*



Projet CFC/IGG - (FIGG/02)  
**Amélioration des Technologies Post-récolte du FONIO**  
 CIRAD-IER-IRAG-IRSAT

**ESSAI DE DECORTICAGE/BLANCHIMENT N° \_\_\_\_\_**

date : .....

(Responsable des essais : ..... )

**Descriptif de la machine :**

Description de la machine et de ses différents périphériques (système de nettoyage,....)

 .....  
 .....

(Nota : la description de la machine pourra être réalisée sur une feuille séparée illustrée par schémas et photos)

**Matière première**

Variété : .....

Humidité : ..... %

 Température :<sup>2</sup> ..... °C

Impuretés : ..... légères (pailles, etc.) : ..... lourdes (sable, etc) : .....

**Réglages de la machine**

Vitesse de rotation : ..... tr/mn

Vit. de rotation en charge : ..... tr/mn

Divers : (Trappe, etc) : .....

**Mesures**

Poids du lot: P = ..... Kg

 Temps de transformation <sup>2</sup>: T = ..... s

$$\text{Débit } Q = \frac{P}{T} \times 3600 = \dots\dots\dots \text{ Kg/h}$$

Poids du produit transformé brut : D = ..... Kg

Poids produit transformé propre B = ..... Kg

Poids sous-produit S = ..... Kg

 Température produit transformé : <sub>2</sub> : ..... °C

$$\text{Rendement } R = \frac{B}{P} \times 100 = \dots\dots\dots \%$$

**Essai n°:.....**

Variété : .....

Humidité : ..... %

Débit machine : ..... Kg/h

Rendement : ..... %

**Observations : (par ex : appréciation du travail réalisé par la machine)**

 .....  
 .....

<sup>2</sup> : Pour les machines fonctionnant en batch on pourra distinguer :  
 - le temps effectif de décorticage/blanchiment (débit propre de la machine)  
 - le temps global de l'opération (débit de l'opération)



## **Annexe 2**

### **Analyses technologiques**

## I) Taux de blanchiment (décortiquage)

Il s'agit de déterminer le nombre de grains non décortiqués dans un échantillon de fonio blanchis. L'échantillon est au préalable lavé et séché en vue de faciliter le triage.

Les différentes étapes de la procédure expérimentale sont les suivantes :

- Constituer à partir de l'échantillon mère un sous-échantillon le plus représentatif possible par la méthode des quartiles
- En prélever exactement 10,0 g ;
- Procéder à la séparation des grains non décortiqués en s'aidant d'une loupe et d'une spatule lors du triage ;
- Compter le nombre de grains non décortiqués et les peser s'ils sont abondants ;
- Calculer le taux de décortiquage en se référant au poids de 1000 grains paddy et à celui de la prise d'essai. Les formules ci-dessous peuvent être utilisées pour connaître les proportions de grains non décortiqués et de grains blanchis de l'échantillon :

Soit :

- P0 = prise d'essai en gr
- N = nombre de grains non décortiqués contenus dans P0
- Pi = poids des grains non décortiqués
- PMGp = poids de 1000 grains Paddy

Le pourcentage d'indécortiqués (% I) contenu dans le fonio blanchi est :

$$\% I = \frac{\text{Poids des grains non décortiqués (Pi)}}{\text{Prise d'essai (P0)}} \times 100$$

$$Pi = \frac{N \times PMGp}{1000} \quad \text{car 1000 grains correspondent à PMGp et N correspond à Pi}$$

D'où la formule suivante :

$$\% I = \frac{N \times PMGp}{10 \times P0} \quad \text{en nombre de grains non décortiqués pour 100gr de fonio blanchi}$$

Le taux en grains blanchis de l'échantillon est :

$$\% \text{ blanchiment} = 100 - \% I$$

- Faire trois déterminations et noter leur moyenne



## II) Taux de brisures

Un fort taux de brisure pourrait être synonyme de pertes significatives d'endosperme du grain dans les sons lors de l'usinage.

Cette détermination a été effectuée par tamisage à l'aide de 2 tamis standards d'ouverture de maille respective de 600 µm (tamis du dessus) et 425 µm (tamis du dessous). Le passant du tamis 600 µm est considéré comme de la « grosse brisure » tandis que le passant du tamis 425 µm représente la brisure fine.

- Nettoyer les tamis et fond réceptacle puis les tarer;
- Nettoyer (vannage, essuyage) l'échantillon au besoin ;
- Prélever un échantillon représentatif de 50g de grains usinés et verser dans le tamis de 600 µm superposé sur le second ;
- Tamiser l'échantillon, manuellement ou à l'aide d'un tamiseur mécanique, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de transfert de grains d'un tamis à un autre.
- Peser les fractions retenues par chaque tamis et celle passant au 425 µm.
- Calculer les proportions correspondantes.

Faire trois déterminations et considérer leur moyenne.

## III) Humidité

Le niveau d'humidité du grain influe son comportement à l'usinage (facilité de l'opération, génération de brisures, etc.). Le protocole d'analyse reposant sur une norme AFNOR est décrit ci-dessous :

- Broyer la quantité nécessaire pour deux à trois répétitions.
- Peser les capsules pré séchées à l'étuve, qui serviront à recevoir le produit, à vide.
- Tarer ensuite ces capsules avec leur couvercle.
- Peser autour de 5 grammes du produit à tester.
- Noter le chiffre exact de la pesée réalisée ( noter ce chiffre N=...).
- Mettre dans l'étuve à 130 °C pendant 2 heures, le couvercle de la capsule devant rester ouvert.
- Au bout de 2 heures récupérer la capsule, la fermer puis la mettre dans le dessiccateur ( le vide ayant préalablement été réalisé durant 30 à 45 secondes).
- Laisser refroidir sous vide pendant 20 à 30 minutes.
- Peser la capsule avec son couvercle.

La différence entre le poids de départ et d'arrivée donne la quantité d'eau notée E.

Pour obtenir le pourcentage d'humidité on calcule :

$$\% \text{ humidité} = \frac{E}{N} \times 100$$

## IV) Taux de Cendres

La différence entre le taux de cendres du grain cargo et celui du grain blanchi est un indicateur quantitatif du degré de blanchiment. En général, on observe pour les grains cargo de céréales vêtues des taux de cendres dépassant 1% et qui diminuent après le blanchiment. Le protocole utilisé se réfère également à une norme AFNOR.

- Broyer l'échantillon
- Allumer le four (jusqu'à 900°C)
- A 700°C, mettre les capsules en silice dans le four pendant 20 min
- Les laisser refroidir 30min sous vide (dans un dessiccateur en verre)  
*Remarque : au moment de sortir les capsules en silice, les déposer sur une plaque en acier pour éviter le risque d'explosion !*
- Tarer les capsules en silice à vide
- Peser 5 g ( ou 2.5 g selon le volume de la capsule) environ d'échantillon broyé
- Mettre les capsules dans le four, au bord tout d'abord, afin que les broyats prennent feu (avec l'oxygène). Les déposer dans l'ordre un certain ordre (les échantillons de fonio non blanchi sont mis au fond du four car ils resteront 3h, alors que les blanchis seulement 2h30)
- Sortir les capsules et les laisser refroidir à nouveau dans un dessiccateur en verre
- Peser les capsules et en déduire le poids de cendre de l'échantillon ainsi que la teneur en matière minérale. Exprimer par rapport à la matière sèche.



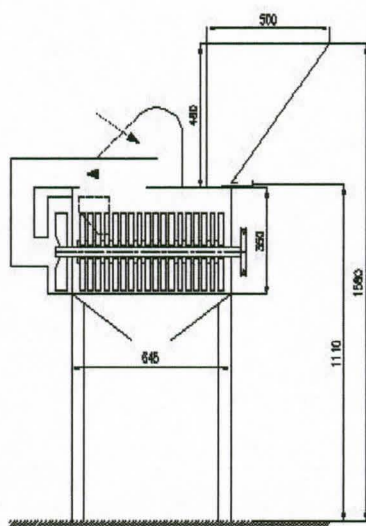
## **Annexe n°3**

### **Description des décortiqueurs testés au Mali**

Projet CFC/IGG -(FIGG/02)  
**Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO**

## Les décortiqueurs Nuhull et RIIC

### Descriptif



**Système abrasif : meules  $\varnothing$  250**  
(18 de 20 mm à Nanposséla et 9 de 38 mm à Moribila)

**Axe 2000tr/mn**

**Chambre métallique : capacité utile 50l.**

**Ventilateur et Cyclone** de récupération sous-produits

**Entrainement** poulies-courroies

**Moteur thermique** diesel 3 cylindres de 18,5 kW

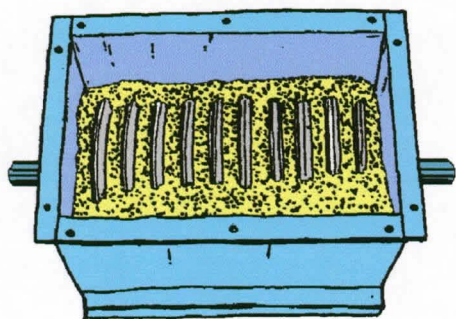




## Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO

### Les décortiqueurs Mini-PRL

#### Descriptif



Principe de décortication

**Système abrasif : disques ø 230**  
(10 à l'IER et 11 chez DIALLO)

**Axe rotation :** 2000tr/mn (IER)  
2900 tr/mn (DIALLO)

**Chambre métallique :** capacité utile 10 l.

**Entrainement :** poulies-courroies

**Moteur thermique :** diesel 1 cylindre (IER)  
**électrique :** 4 kW (DIALLO)

**Pas de système** de récupération sous-produits



Projet CFC/IGG -(FIGG/02)  
**Amélioration des technologies Post-récolte du FONIO**

## **Le décortiqueur « Sanoussi »**

### **Descriptif**

**Système :** **Palettes** caoutchouc

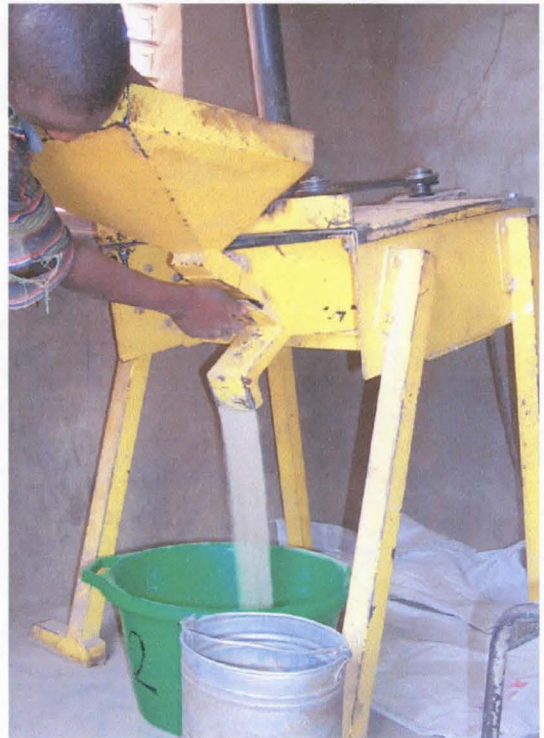
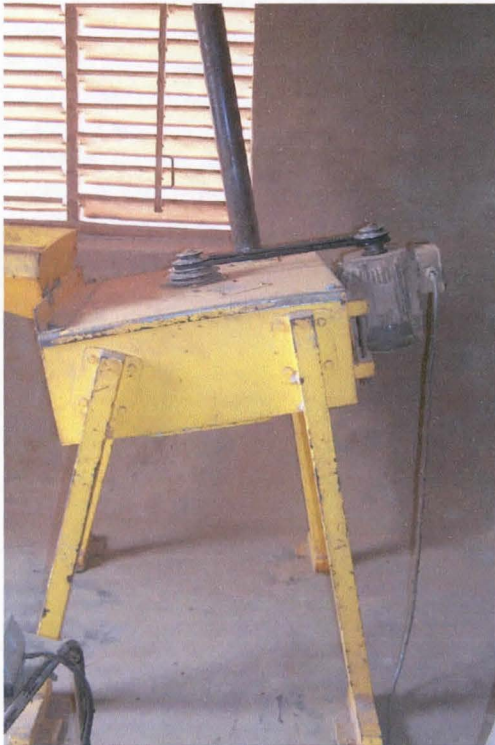
**Chambre tronconique :** fond en caoutchouc.

**Axe rotation :** vertical 1500tr/mn

**Entrainement** poulies-courroies

**Moteur électrique** 1,5 kW

**Système d'aspiration** des sous-produits







## Résumé

Dans le cadre du projet régional CFC/IGG (FIGG/02) «Amélioration des technologies post-récolte du fonio), plusieurs essais de décortiquage blanchiment ont été réalisés au Mali dans la région de Koutiala et à Bamako. Ces tests ont portés sur différentes machines dont des décortiqueurs Nuhull et RIIC, habituellement utilisés sur mil, sorgho et maïs, des décortiqueurs type « Mini PRL » fonctionnant en continu ou par lots et un décortiqueur « Sanoussi » utilisé par la Société UCODAL à Bamako.

Les matériels Nuhull et RIIC qui donnent des rendements d'usinage voisins de 50% à 55 % sont nettement moins performants et plus gros consommateurs d'énergie (moteur 18,5 kW) que le mini-PRL en continu (4 kW) qui permet d'obtenir un rendement supérieur à 60% avec un débit comparable.

Les essais réalisés ont montré que toutes les machines testées semblaient davantage être adaptées à l'opération de blanchiment du fonio qu'à l'opération de décortiquage. Les deux machines qui apparaissent les plus performantes sont le mini-PRL fonctionnant en continu et le « Sanoussi ». Pour cette dernière machine, les améliorations devraient porter sur la recherche d'une meilleure homogénéité du travail réalisé et sur l'accroissement du débit propre à la machine.

**Mots clés :** Fonio, Technologie post-récolte, Transformation, Décortiqueurs, Essais, Mali

## Summary

Within the framework of regional project CFC/IGG (FIGG/02) "Improvement of fonio post-harvest technologies), several tests of dehulling/whitening were carried out in Mali (area of Koutiala and Bamako). These tests related to various machines such as Nuhull and RIIC dehullers, usually used on millet, sorghum and corn, or "Mini PRL" type dehullers (by batches or continuous flow) and a "Sanoussi" dehuller used by Company UCODAL in Bamako.

Materials Nuhull and RIIC which give a processing ratio close to 50% to 55 % are definitely less powerful and more consumers of energy (engine 18,5 kW) that mini-PRL (4 kW) which makes it possible to obtain a processing ratio up to 60% with a comparable flow.

The tests carried out showed that all the machines tested more seemed to be adapted to the whitening process of fonio that to the dehulling operation. The two machines which appear most powerful are mini-PRL (continuous flow) and the " Sanoussi ". For this last machine, the improvements should relate on better homogeneity of work and flow increasing.

**Key words:** Fonio, Post-harvest technology, Processing, Dehullers, Tests, Mali